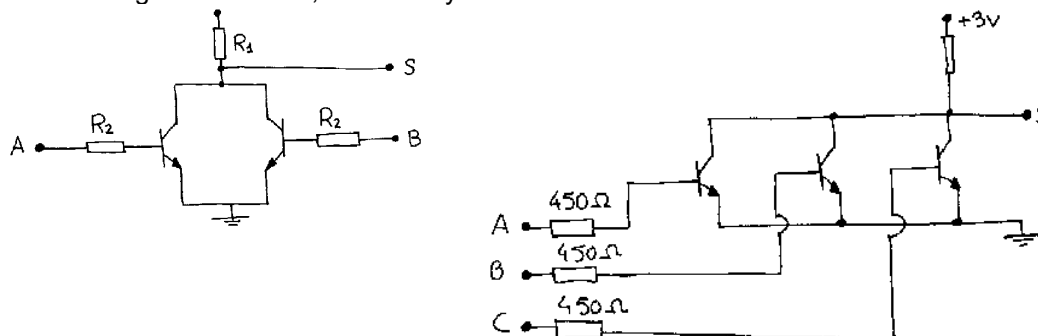


TEMA 63. CONSTRUCCIÓN DE PUERTAS LÓGICAS CON DIVERSAS TECNOLOGÍAS.

1. TECNOLOGÍA RTL O DCTL (ACOPLO DIRECTO)

Son los circuitos lógicos del tipo saturante más sencillos. Las resistencias de base tienen como misión limitar las corrientes de base. Del valor de la resistencia serie de la base depende la excursión lógica a la salida, el fan-out y la inmunidad al ruido.



Ventajas:

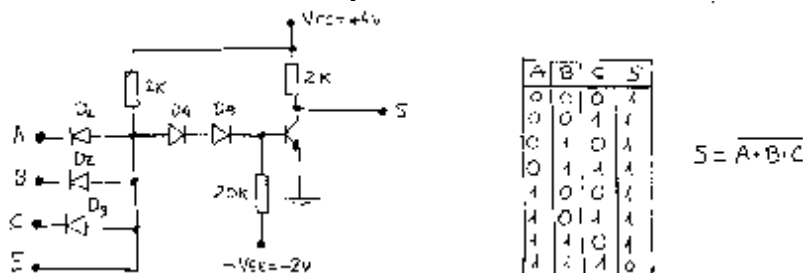
- Baja disipación y coste.
- Gran inmunidad al ruido cuando están realizados con componentes discretos.
- Alta densidad de empaquetamiento (baja área de integración), lo que permite LSI.
- Permite cableado lógico con expensor de entradas.

Inconvenientes:

- Bajo fan-out (típico 3)
- Bajo margen de ruido en C.I.
- Baja velocidad de conmutación.
- Alta disipación de potencia, que puede reducirse a costa de la velocidad.

2. TECNOLOGÍA DTL

Sus entradas se realizan a través de diodos y su salida es normalmente un transistor inversor.



Ventajas:

- Buen fan-out (inferior al de TTL)
- Baja generación de ruido.
- Compatibilidad de niveles lógicos con TTL.
- Buena flexibilidad lógica.
- Fácil conexión con elementos discretos.
- Baja disipación de potencia (subfamilia baja disipación).

Inconvenientes:

- Baja inmunidad al ruido por su alta impedancia de salida a nivel alto.
- Baja velocidad de conmutación y a su vez condicionada al valor de la carga.
- Variaciones apreciables de la tensión umbral con la temperatura.

3. TECNOLOGÍA TTL (Lógica Transistor – Transistor)

Es la más popular. Tiene como ventajas una buena velocidad, fan-out, inmunidad al ruido, gran flexibilidad, etc.

La tecnología TTL surgió como mejora de la línea técnica seguida en DTL, sustituyendo los circuitos de entradas y salidas de aquella. Los diodos de entrada dejan paso a un transistor multiemisor. Esta configuración multiemisor posee como ventajas la reducción del área de integración y disminución de las capacidades parásitas, que implica un aumento de la velocidad de conmutación.

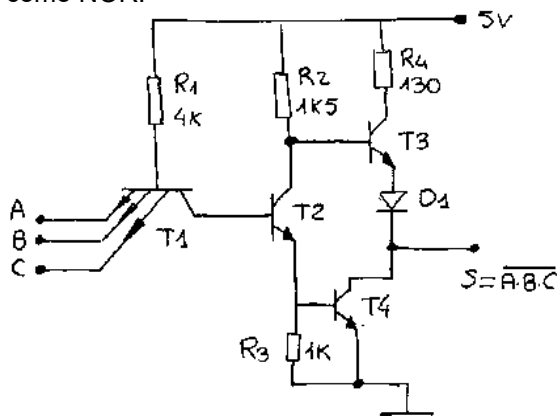
La etapa de salida presenta, entre la alimentación y la salida, un elemento activo (pull-up activo o tótem-pole). Dicha configuración posee las siguientes ventajas:

- Permite a velocidad de conmutación en presencia de cargas capacitivas externas.
- Presenta impedancias bajas en nivel alto y bajo, lo que permite atacar cargas capacitivas sin pérdidas apreciables de velocidad.
- Aumento del fan-out

Como inconveniente: imposibilidad de unir dos salidas directamente para obtener una función cableada.

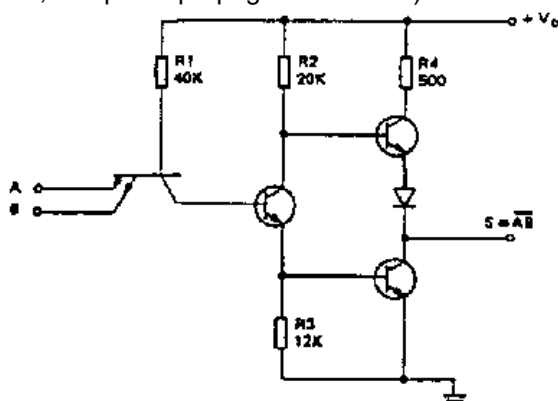
A) PUERTA BÁSICA EN TECNOLOGÍA TTL

La puerta básica en TTL es una NAND. En lógica positiva trabaja como una puerta NAND y en lógica negativa como NOR.

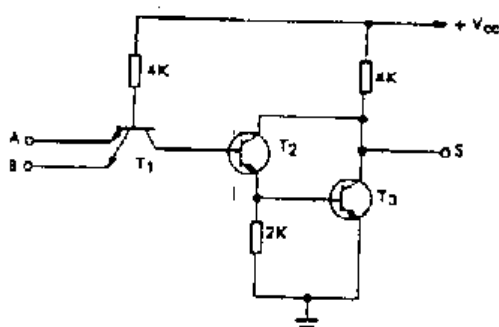


B) PUERTA BÁSICA NAND-TTL DE BAJA DISIPACIÓN

Se consigue elevando los valores de las resistencias, con lo que se consigue una reducción en la disipación de potencia a costa de aumentar el tiempo de propagación. (potencia disipada = 1mW, tiempo de propagación = 33ns)



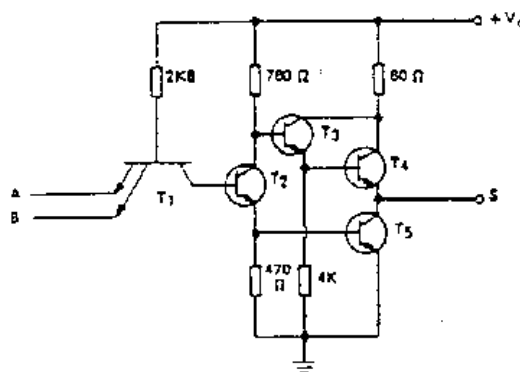
Existe otra variante en la cual la disipación no es tan baja, pero la velocidad es muy buena. Su baja disipación se debe a los valores altos de las resistencias y su gran velocidad a la configuración de salida de tipo Darlington. Inconveniente: su alta impedancia de salida no permite su uso con cargas capacitivas.



Este tipo de puerta, a pesar de ser TTL, no es saturante.
(potencia disipada = 7mW, tiempo de propagación = 6ns)

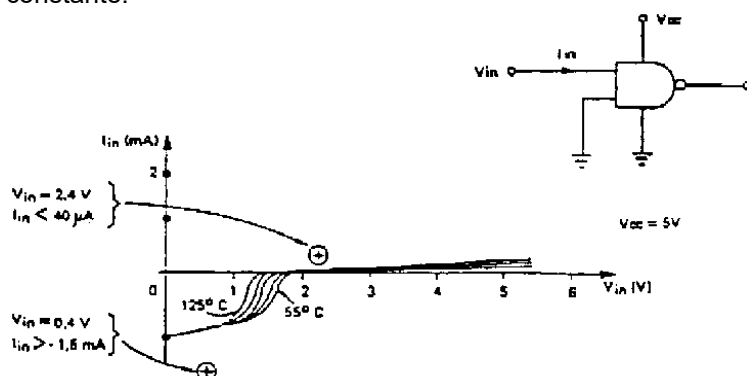
C) PUERTA TTL DE ALTA VELOCIDAD

Se trata de una modificación de la TTL estándar de igual forma que las anteriores, pero cuyo objetivo es conseguir un tiempo de propagación medio del orden de 6ns, al reducir los valores de todas las resistencias, con lo cual disminuyen las constantes de tiempo RC (aumento de la velocidad). También se consigue un aumento de la velocidad por la configuración Darlington. Valores típicos: potencia disipada = 22mW, tiempo de propagación = 6ns.

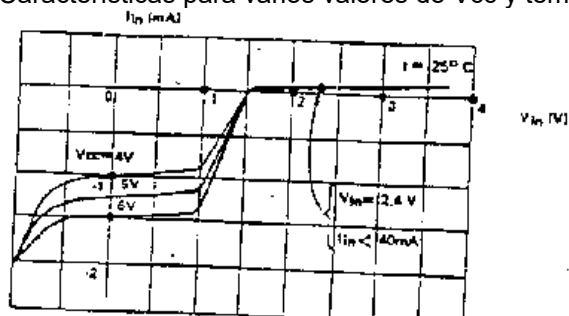


3.1.1. CURVAS CARACTERÍSTICAS

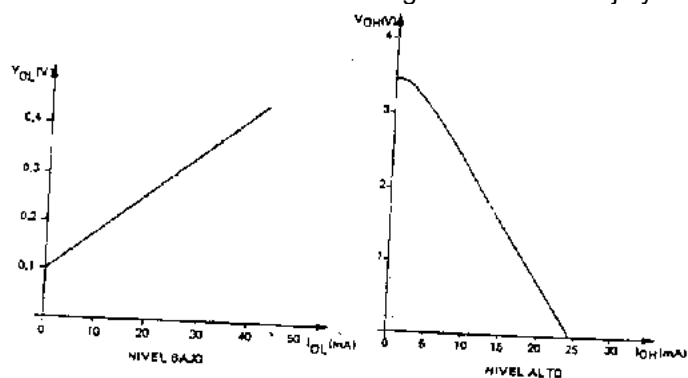
Características de entrada típicas para diversas temperaturas y tensión de alimentación constante:



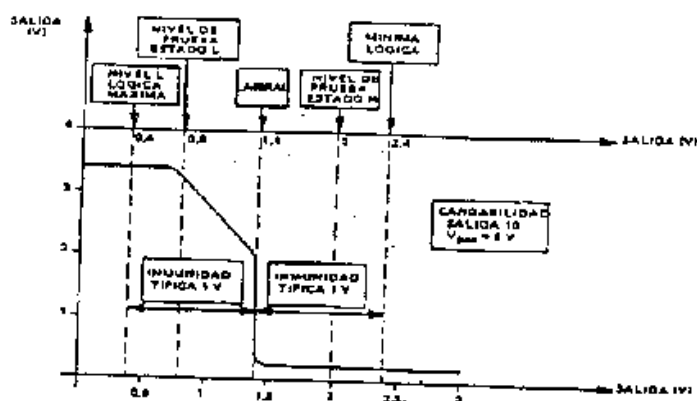
Características para varios valores de Vcc y temperatura constante:



Características de salida a nivel lógico "0" o nivel bajo y las de nivel alto o "1":

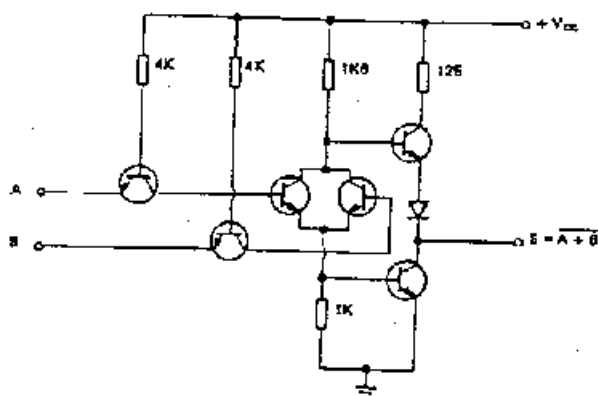


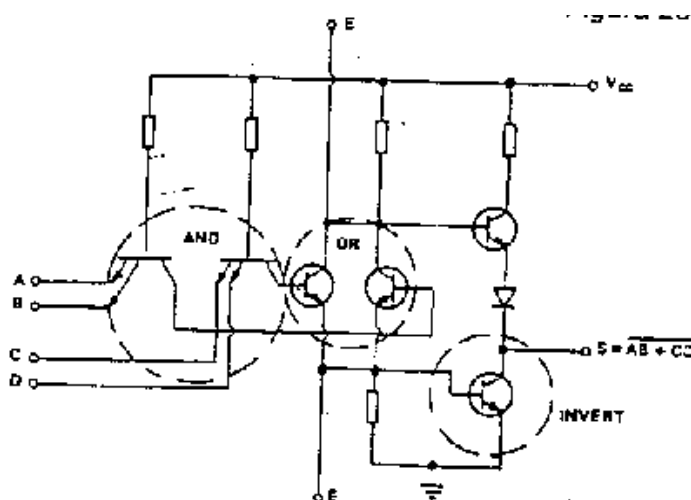
Característica de transferencia, sobre la que se recogen niveles lógicos máximos, mínimos, umbral, cargabilidad e inmunidad al ruido:



3.1.2. OTRAS PUERTAS TTL ESTÁNDAR

Puertas NOR





3.1.3. CONCLUSIONES SOBRE LA TECNOLOGÍA TTL

Ventajas:

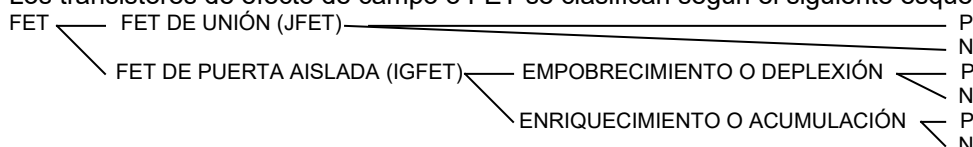
- Buena velocidad
- Gran flexibilidad lógica
- Buena inmunidad al ruido
- Integración MSI y LSI
- Baja impedancia de salida
- Baja disipación de potencia

Inconvenientes: autogeneración de ruido producido por los picos de corrientes durante las transiciones ON y OFF en el pull-up activo (totem-pole) de salida.

4. TECNOLOGÍA MOS

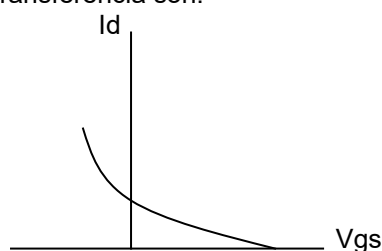
Los dispositivos MOS permitieron obtener circuitos cada vez más complejos, más fiables e inmunes al ruido reduciendo a su vez el tamaño de los sistemas digitales. Dicha reducción se debe, entre otras razones, a la menor área de integración requerida por dichos dispositivos frente a los bipolares.

Los transistores de efecto de campo o FET se clasifican según el siguiente esquema:

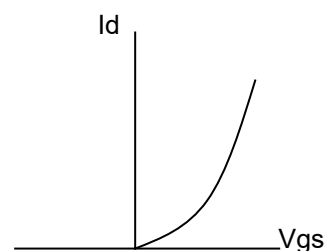


Las curvas de transferencia son:

Para los JFET:



Para los IGFET:



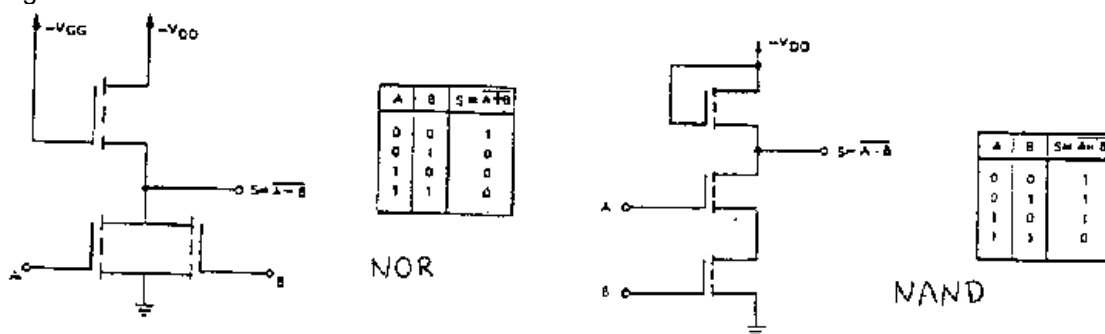
Las tecnologías MOS (PMOS, NMOS, CMOS) se basan en el empleo de transistores MOS, canal P, canal N y complementarios P y N, tanto para los elementos activos (transistores), como para los pasivos (resistencias y condensadores).

4.1. PUERTAS BÁSICAS

Los PMOS han precedido a los NMOS debido fundamentalmente a su facilidad de fabricación; sin embargo, están siendo desplazados por los NMOS dado que su velocidad de funcionamiento es aproximadamente 2,5 veces mayor que la de los PMOS.

A) PUERTA BÁSICA PMOS

En PMOS, al ser las tensiones de alimentación negativas, se acostumbra a utilizar "lógica negativa".

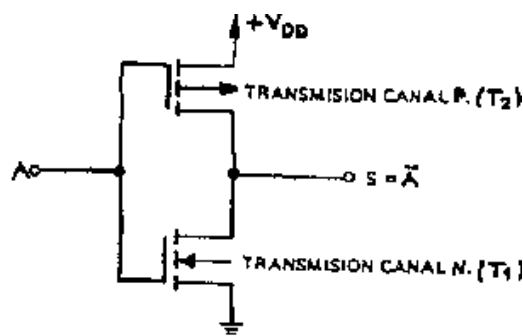


B) PUERTA BÁSICA NMOS

Las puertas básicas con NMOS son semejantes a las PMOS con la diferencia de cambiar las polaridades de las alimentaciones. Comercialmente no están dispuestas porque su proceso de fabricación es el más complejo de las tres subfamilias. La mayor velocidad de la tecnología NMOS ha sido utilizada en la integración de sistemas LSI. Se ha empleado en la fabricación de microprocesadores.

C) PUERTA BÁSICA CMOS

Combina transistores de canal P y de canal N en el mismo montaje. La ventaja fundamental es su reducida potencia, a costa de su velocidad, lo que le hace muy útil en aplicaciones de técnicas espaciales, aparatos portátiles, etc, en los que la velocidad no es importante.



4.2. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES

(Ver gráficas en páginas 22 y 23)

4.3. RESUMEN DE LA TECNOLOGÍA MOS

Las características más importantes comunes a todas las subfamilias son:

- Proceso de fabricación más sencillo: reducción del coste de fabricación.
- Reducida potencia disipada.
- Margen de tensión de alimentación muy amplio.
- Alta impedancia de entrada de tipo capacitivo, para lo que permite un elevado fan-out (valor típico 50).

A) SERIE PMOS

Ventajas:

- Facilidad de diseño y fabricación
- Gran densidad de empaquetamiento.

Inconvenientes:

- Baja velocidad de conmutación. Es la más lenta de todas las subfamilias MOS.
- Incompatibilidad con otras familias lógicas.

B) SERIE NMOS

Ventajas:

- Posee la mayor velocidad de entre todas las MOS, por lo que es muy utilizado en sistemas digitales en LSI
- Densidad media en cuanto a empaquetamiento.

Inconvenientes:

- Proceso de fabricación completo y difícil diseño.

C) SERIE CMOS

Ventajas:

- Mayor velocidad que PMOS y menor que NMOS
- Complejidad media en proceso de fabricación frente a NMOS.
- Amplios márgenes de ruido y salto lógico.
- Muy baja disipación.
- Amplio margen de valores de tensión de alimentación permitidos

Inconvenientes:

- Menor densidad de empaquetamiento.
- Proceso de fabricación más complejo que en PMOS.

5. TECNOLOGÍA ECL (LÓGICA DE EMISORES ACOPLADOS)

Permite velocidades de conmutación muy rápidas al ser de tipo no saturante por diseño. Muy adecuada para los diseños de sistemas digitales de alta velocidad.

La configuración básica se denomina ECL-I. Posteriormente ha ido evolucionando, consiguiendo mejores prestaciones al introducir modificaciones sobre la ECL-I y que han dado lugar a la aparición de nuevas versiones que se denominan ECL-II y ECL-III.

Inconveniente: elevada disipación de potencia y la débil excursión lógica.

A) PUERTA OR / NOR EN TECNOLOGÍA ECL-II

La tecnología ECL-II se desarrolló para facilitar el uso de la lógica no saturada (parecida a ECL-I) y cuya diferencia fundamental es que incorpora la referencia de tensión en el propio circuito integrado.

B) PUERTA OR / NOR EN TECNOLOGÍA ECL-III

Es la versión más rápida de la tecnología ECL

C) CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LA TECNOLOGÍA ECL

- Retardo: es la tecnología más rápida. Del orden de 4ns en valor típico (1ns en el caso de ECL-III)
- Flexibilidad lógica: al tener las salidas complementadas, permite el cableado lógico.
- Fan-out: bastante alto con valores típicos del orden de 25.
- Generación de ruido: muy reducida.
- Inmunidad al ruido: no es muy buena (del orden de 0,2V). Existen circuitos modificados con una inmunidad al ruido de 0,7V.
- Disipación de potencia: es superior a la de las tecnologías saturantes. Valor típico 40mW. Es una de sus desventajas más acusadas.
- Incompatibilidad con otras tecnologías: al ser los niveles de salida de ECL diferentes a los de TTL y DTL, existe incompatibilidad entre tecnologías, siendo necesarios circuitos de acoplamiento para su conexión.

6. TECNOLOGÍA HTL (LÓGICA DE ALTO UMBRAL)

La lógica de alto umbral o de alta inmunidad al ruido fue diseñada para hacer frente a aquellas aplicaciones en que se requiere una inmunidad al ruido muy grande, superior a la suministrada por la DTL. Su valor típico es del orden de 5V.

Es muy utilizada en controles industriales de reducida complejidad.

Se caracteriza por una tensión de alimentación más alta, mejor inmunidad al ruido y alto umbral debido a la presencia de un diodo Zener.

Desventaja: reducido número de circuitos integrados en media escala de integración. Sin embargo existen en el mercado circuitos de acoplo para hacer esta tecnología con TTL,

permitiendo tanto la realización de sistemas digitales de cualquier complejidad, utilizando HTL sólo donde el ruido es intenso.

Valores típicos:

- Tensión de alimentación entre 11 y 17V.
- Disipación típica por puerta: 200-300mW
- Altos márgenes de ruido: $NI_L=5V$ y $NI_H=8V$ (para $V_{cc}=15V$)
- Frecuencia máxima de utilización 500kHz.

7. OTRAS TECNOLOGÍAS

- I²L o Lógica de Inyección Integrada: es la de más alta densidad de empaquetamiento de entre las lógicas de tipo bipolar. Posee menor consumo que TTL pero es más lenta que ésta. Se utiliza para la fabricación de relojes electrónicos y microprocesadores.
- MES-FET de AsGa: basada en la utilización de transistores de efecto de campo con barrera metal semiconductor, con elementos activos y soporte AsGa, con lo que se consiguen altas velocidades de funcionamiento. Se están utilizando en sistemas de microondas, ya que permiten frecuencias de hasta 15Ghz.
- JTL (Josephson Tunneling Logic): se consiguen retardos del orden de 170 ps, con una disipación de potencia de 30W.